Biota Colombiana

ISSN 0124-5376

Volumen 15 • Suplemento 2 • 2014
Restauración ecológica

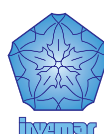
Caracterización de invasiones de *Ulex europaeus* L. de diferentes edades com
herramienta para la restauración ecológica de bosques altoandinos, Colomb



nativas de árboles, arbustos y palmas - Construcción participativa de estrategi
de restauración ecológica en humedales del Magdalena Medio, Colombia: un
herramienta para el ordenamiento ambiental territorial - Seed dispersal by ba









Biota Colombiana es una revista científica, periódica-semestral, que publica artículos originales y ensayos sobre la biodiversidad de la región neotropical, con énfasis en Colombia y países vecinos, arbitrados mínimo por dos evaluadores externos y uno interno. Incluye temas relativos a botánica, zoología, ecología, biología, limnología, pesquerías, conservación, manejo de recursos y uso de la biodiversidad. El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del (los) autor (es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. El proceso de arbitraje tiene una duración mínima de tres a cuatro meses a partir de la recepción del artículo por parte de *Biota Colombiana.* Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Biota Colombiana incluye además, las secciones de Artículos de Datos (*Data Papers*), Notas y Comentarios, Reseñas y Novedades bibliográficas, donde se pueden hacer actualizaciones o comentarios sobre artículos ya publicados, o bien divulgar información de interés general como la aparición de publicaciones, catálogos o monografías que incluyan algún tema sobre la biodiversidad neotropical.

Biota colombiana is a scientific journal, published every six months period, evaluated by external reviewers which publish original articles and essays of biodiversity in the neotropics, with emphasis on Colombia and neighboring countries. It includes topics related to botany, zoology, ecology, biology, limnology, fisheries, conservation, natural resources management and use of biological diversity. Sending a manuscript, implies a the author's explicit statement that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Biota Colombiana also includes the Data Papers, Notes and Comments Section, Reviews and Bibliographic News where you can comment or update the articles already published. Or disclose information of general interest such as recent publications, catalogues or monographs that involves topics related with neotropical biodiversity.

Biota Colombiana es indexada en Publindex (Categoría B), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's y Ebsco.

Biota Colombiana is indexed in Publindex, Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's and Ebsco.

Biota Colombiana es una publicación semestral. Para mayor información contáctenos / ***Biota Colombiana*** is published two times a year. For further information please contact us.

Información

biotacol@humboldt.org.co
www.humboldt.org.co/biota
www.sibcolombia.net

Comité Directivo / *Steering Committee*

Brigitte L. G. Baptiste	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Germán I. Andrade	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Germán D. Amat García	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Francisco A. Arias Isaza	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andréis" - Invemar
Charlotte Taylor	Missouri Botanical Garden

Editor / *Editor*

Carlos A. Lasso	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Editores invitados / Guest editors

Wilson Ramírez	
Mauricio Aguilar-Garavito	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Editor Artículos de Datos / *Data Papers editor*

Dairo Escobar	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Coordinación y asistencia editorial
Coordination and Editorial assistance

Susana Rudas Ll.	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Comité Científico - Editorial / *Editorial Board*

Adriana Prieto C.	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Ana Esperanza Franco	Universidad de Antioquia
Arturo Acero	Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe
Cristián Samper	WCS - Wildlife Conservation Society
Donald Taphorn	Universidad Nacional Experimental de los Llanos, Venezuela
Francisco de Paula Gutiérrez	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
Gabriel Roldán	Universidad Católica de Oriente, Colombia
Hugo Mantilla Meluk	Universidad del Quindío, Colombia
John Lynch	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Jonathan Coddington	NMNH - Smithsonian Institution
José Murillo	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Juan A. Sánchez	Universidad de los Andes, Colombia
Martha Patricia Ramírez	Universidad Industrial de Santander, Colombia
Paulina Muñoz	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Rafael Lemaitre	NMNH - Smithsonian Institution, USA
Reinhard Schnetter	Universidad Justus Liebig, Alemania
Ricardo Callejas	Universidad de Antioquia, Colombia
Steve Churchill	Missouri Botanical Garden, USA
Sven Zea	Universidad Nacional de Colombia - Invemar

Impreso por JAVEGRAF
Impreso en Colombia / *Printed in Colombia*

Revista *Biota Colombiana*
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt
Teléfono / *Phone* (+57-1) 320 2767
Calle 28A # 15 - 09 - Bogotá D.C., Colombia

Presentación

En nuestro país se habla en forma recurrente de la necesidad de "conservar" la naturaleza, siendo la conservación interpretada en ocasiones como la preservación a ultranza de ciertos territorios. Sin embargo, actualmente se consideran otros escenarios alternos además de la preservación estricta del patrimonio natural. Dentro de dichos escenarios están múltiples opciones de la biodiversidad para lo cual la restauración de áreas degradadas (que en Colombia representan cerca del 40 % del territorio), es una opción muy importante. La preocupación frente a esta problemática ha llegado más allá del ámbito ambiental, alcanzando espacios en la toma de decisiones políticas nacionales e internacionales, precisamente porque esta situación afecta a las comunidades locales y a todos los grupos sociales que se benefician de los servicios ecosistémicos.

El país ha ratificado el compromiso del Convenio de Diversidad Biológica y su meta de restaurar para el 2020 al menos el 15 % de los ecosistemas degradados en el mundo. Colombia también es signataria de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), donde la restauración ecológica juega un papel determinante en mejorar la situación de degradación de tierras. Para ello estamos trabajando activamente en la estructuración del objetivo de restauración 3 (b) (i) de la Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES), con el propósito de ofrecer lineamientos desde la ciencia hacia la política sobre este tema en particular. En el ámbito nacional el país ha presentado el documento final del Plan Nacional de Restauración con lineamientos sobre restauración y adicionalmente ha incluido en los últimos años metas cuantitativas al respecto dentro del Plan Nacional de Desarrollo (PND). En este sentido la restauración ecológica aparece como alternativa explícita de compensación ambiental a mega-proyectos licenciados en el Manual de asignación de compensaciones.

En síntesis, estamos en un momento en el cual la temática de restauración ecológica tiene un rol determinante en el escenario de la conservación tanto nacional como global. Nuestro país ha trabajado desde hace varios años en el tema y ya se perciben avances importantes. Sin embargo, cuando se revisan en conjunto los proyectos de restauración que se han desarrollado, se nota un especial énfasis en trabajos de restauración basados en flora local y poca divulgación para otros enfoques y escalas de trabajo. En este suplemento especial de *Biota Colombiana* hemos querido recopilar algunos estudios y trabajos de restauración que destacan también el componente social y su vínculo con lo biótico, incluyendo también ambientes marinos y temas como el monitoreo. Incluso se considera la restauración desde la escala del paisaje, pensando siempre en que nuestros lectores accedan a información actualizada y relevante sobre una temática que es cada vez más sensible y que requiere de múltiples enfoques.

Esperamos que este número sea de interés no solo para la comunidad de restauradores de nuestro país y Latinoamérica, sino para aquellos que deben responder día a día el reto de gestionar ambientalmente un territorio mixto muy dinámico, con escenarios cambiantes de degradación y recuperación con criterios socioecológicos.

Brigitte L. G. Baptiste
Directora
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt

Ensayo preliminar de crecimiento de fragmentos del coral amenazado *Acropora cervicornis* en una guardería colgante y experiencia piloto de trasplante en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo, Caribe colombiano

Preliminary trial on the growth of fragments of the endangered coral *Acropora cervicornis* in a hanging nursery and pilot project experience with transplantation to the Corales del Rosario and San Bernardo National Parks in Caribbean Colombia

Esteban Zarza, Ameth Vargas, Luis Londoño, Alejandro Pacheco y Diego Duque

Resumen

Entre el 10 y 13 de marzo del 2011 se realizó el montaje de una guardería para la propagación y crecimiento del coral cacho de venado (*Acropora cervicornis*) en cercanías de isla Tesoro (PNN Corales del Rosario y de San Bernardo, Mar Caribe, Colombia), en la cual se montaron 48 fragmentos de *A. cervicornis* que se obtuvieron de cuatro fragmentos de oportunidad. El porcentaje de supervivencia a la fase de guardería fue del 100 %, y su crecimiento fue constante en el tiempo con un comportamiento exponencial. En agosto de 2012 se trasplantaron 30 colonias individuales provenientes de la guardería con una longitud media de 21,8 ± 9,8 cm., las cuales fueron fijadas a sustrato coralino muerto por medio de cemento en dos áreas coralinas cercanas (zonas A y B); igualmente, en octubre de 2012 se trasplantaron dos líneas completas de la guardería con 24 colonias cada una y promedio de longitud de 43,2 ± 12,5 cm. A seis meses del trasplante al medio natural las colonias individuales presentaron porcentajes de supervivencia del 92,31 % en la zona A, del 82,35 % en la zona B y en el trasplante en hilera del 100 %.

Palabras clave. Restauración coralina. Guarderías de coral. Archipiélago del Rosario. Mar Caribe, Colombia.

Abstract

Between 10 and 13 March 2011 a nursery for the propagation and growth of Staghorn coral (*Acropora cervicornis*) was built in the vicinity of Tesoro Island (Corales del Rosario and San Bernardo National Natural Park, Caribean Sea, Colombia), in which 48 fragments of *A. cervicornis* obtained from four opportunity fragments were hung up. The coral survival percentage at nursery phase was 100 %, and growth was constant over time with exponential behavior. In August 2012, 30 colonies from the coral nursery (average length of 21.8 ± 9.8 cm) were transplanted over dead coral substrate using cement in two nearby coral areas (zones A and B); also, in October 2012 two complete lines with 24 colonies each, and average length of 43.2 ± 12.5 cm were transplanted. Six months after transplantation to the natural environment, loose colonies showed survival rates of 92.31 % in zone A and 82.35 % in zone B, and row transplantation showed 100 % survival.

Key words. Coral restoration. Coral nurseries. Rosario´s archipelago. Caribbean Sea. Colombia.

Introducción

En los últimos años se ha evidenciado a nivel mundial un deterioro progresivo de los arrecifes coralinos, debido a mortandades masivas de las principales especies formadoras de la estructura arrecifal (corales duros) y otras especies clave, ocasionadas tanto por causas naturales como antrópicas. Entre las causas de deterioro se encuentran el incremento en la temperatura y acidez del mar (como consecuencia del cambio climático), fenómenos meteorológicos como "El Niño", contaminación por aguas servidas y descargas de ríos con el consecuente incremento en nutrientes, sedimentación y turbidez del agua, la sobrepesca (que trae consigo la disminución de herbívoros y la proliferación de algas), y la incidencia de algunas enfermedades epidémicas como la banda blanca, la banda amarilla y los lunares oscuros (Díaz *et al.* 2000), entre otras.

Los arrecifes coralinos están sometidos a tan altas presiones que, a no ser que el ser humano actúe ahora, se predice que más de la mitad de ellos estarán severamente degradados en el transcurso de los próximos 50 años (Wilkinson 2002). Comparado con el estado global de los arrecifes en otras partes del mundo, en el Caribe su degradación ha sido mucho mayor y más acelerada: dos de las principales especies constructoras del andamiaje de los arrecifes someros (*Acropora palmata* y *A. cervicornis)*, han experimentado reducciones poblacionales de hasta 97 % en algunos sitios (p. ej. Florida Keys, Dry Tortugas, Belice, Jamaica, Puerto Rico y las U.S. Islas Vírgenes) en la mayoría de los cuales se ha observado poca recuperación después de casi 30 años, mientras que en otros han desaparecido completamente (ver Carpenter *et al.* 2008).

A una escala nacional, en las décadas de los 60 y 70, muchos arrecifes coralinos en el Caribe colombiano presentaban zonas exclusivas de especies como *Acropora palmata* y *A. cervicornis*, que se extendían por amplias áreas entre la superficie y los 15 m de profundidad. Las reducciones de estas especies a principios de la década de los 80's fueron generalizadas en el Caribe colombiano (Garzón-Ferreira y Kielman 1994); en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo (PNN Corales) la mortandad coralina masiva ocurrida hace 25-30 años afectó en particular las crestas arrecifales de las formaciones coralinas ubicadas al norte, así como los parches coralinos de los arrecifes en sectores protegidos al sur de las islas, constituidas principalmente por especies del género *Acropora*, debido a lo cual en la actualidad los sectores someros de los arrecifes (hasta 10 m) se encuentran ampliamente recubiertos por algas e invertebrados sésiles (Cendales *et al.* 2002).

El proceso de recuperación natural de estos ecosistemas es muy lento y difícil, especialmente en las condiciones ambientales y de estrés a los que están sometidos actualmente. Las macroalgas y esponjas incrustantes han recubierto casi todos los sectores muertos de los arrecifes, haciendo que el asentamiento de nuevas colonias de coral sea más difícil (Díaz-Pulido *et al.* 2004). Ante esta situación, la propagación y el transplante de corales han sido propuestos como una metodología viable para acelerar el proceso de recuperación de arrecifes degradados. Con relación a esto, el género *Acropora* presenta varias características ventajosas para la realización de un proyecto de este tipo, tales como su adaptación a la fragmentación, la rápida tasa de crecimiento de algunas especies y su capacidad para la colonización de sustratos inestables (Alcalá *et al.* 1982, Bowden-Kerby 2008, Griffin *et al.* 2012).

El procedimiento para el montaje de guarderías de coral se encuentra bien documentado en la literatura científica, y son varias las experiencias que se han adelantado en el Caribe para la propagación y repoblamiento con especies del género *Acropora* (Johnson *et al.* 2011, Young *et al.* 2012); no obstante, la totalidad de estos proyectos se desarrollaron en otras localidades y, seguramente, bajo condiciones ambientales diferentes a aquellas presentes a la zona en evaluación, por lo que se desconoce su viabilidad en esta región del Caribe colombiano. Debido a lo anterior, el PNN Corales del Rosario y de San Bernardo, en el marco del proceso general de conservación de arrecifes coralinos de la Dirección Territorial Caribe de Parques Nacionales Naturales de Colombia, adelantó el montaje de una guardería piloto de *Acropora cervicornis* con el fin de evaluar el

crecimiento de los corales, así como su supervivencia a esta fase y al trasplante al medio natural, para definir si esta actividad puede ser una alternativa de repoblamiento a desarrollar a futuro con miras a la recuperación de las poblaciones de esta especie en los arrecifes del PNN Corales, y contribuir, de esta forma, a la restauración de los arrecifes coralinos de esta importante área protegida.

Material y métodos

Ubicación del área de estudio

El presente ensayo se llevó a cabo en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo (PNN Corales), que comprende un área protegida del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Este parque presenta un área de 120.000 ha, casi en su totalidad marinas, y se encuentra ubicado en el Caribe colombiano a 45 km al suroeste de la ciudad de Cartagena de Indias y 30 km al noroccidente de la localidad de Santiago de Tolú, entre los departamentos de Bolívar y Sucre (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del PNN Corales del Rosario y de San Bernardo (el recuadro señala la posición de isla Tesoro donde se realizó el montaje de la guardería).

Montaje de la guardería

La guardería se instaló entre el 10 y el 13 de marzo del 2011, y se ubicó sobre fondo arenoso en la zona sur de la isla Tesoro en el archipiélago de Nuestra Señora del Rosario (Figura 1). El ensayo se llevó a cabo en una guardería colgante tipo "tendedero", que consta de dos cuerdas verticales de polipropileno multifilamento de ½ pulgada de calibre y 5 m de longitud, sujetas al sustrato con pequeñas anclas de penetración (Duckbill) y con boyas en la parte superior para darle flotabilidad; a estas cuerdas se sujetaron cuatro líneas horizontales de nylon monofilamento de 40 lb y 4 m. de longitud, con nudos distanciados entre ellos poco menos de 20 cm para el amarre de las colonias de coral (Figura 2).

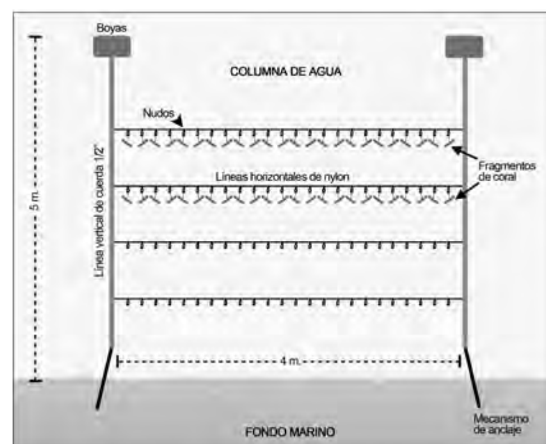


Figura 2. Representación esquemática de la guardería colgante tipo "tendedero" montada en isla Tesoro.

El ensayo se realizó con la especie *Acropora cervicornis* a partir de cuatro (4) fragmentos de oportunidad encontrados en el medio natural y que provenían de una misma colonia, de los cuales se obtuvieron 48 segmentos iniciales de esta especie para el montaje en la guardería en un tamaño de 28,31

mm (± 7,22 mm). Toda la actividad se realizó con ayuda de equipo de buceo autónomo (Figura 3).

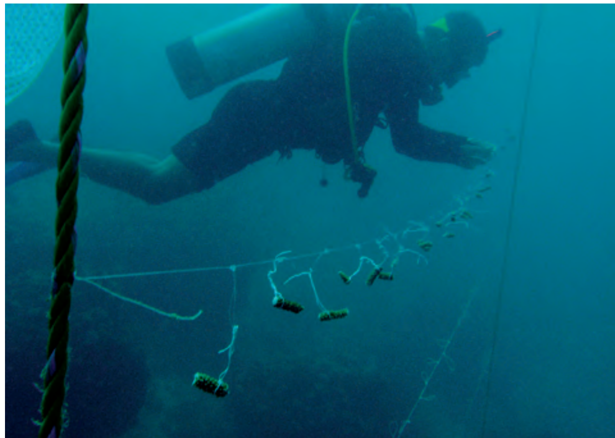


Figura 3. Montaje de los fragmentos en la guardería con ayuda de equipo de buceo autónomo. Foto: autores.

Actividades de limpieza y registro de datos de crecimiento

Se llevaron a cabo actividades mensuales de mantenimiento de la guardería, que consistían en retirar con ayuda de cepillos y esponjillas la acumulación de sedimento sobre la estructura y evitar, a través de la remoción manual, el sobrecrecimiento de epibiontes. Por su parte, se desarrollaron muestreos de crecimiento cada dos meses por espacio de 17 meses (período que duró la fase de guardería), y se tomó como medida de longitud el largo máximo del eje principal de crecimiento del fragmento original y se contó el número de ramificaciones en cada muestreo. Las medidas de longitud se tomaron con un calibrador plástico (0,1 mm de precisión), para fragmentos de menos de 10 cm, y con una regla convencional adherida a una tabla acrílica (+/- 1 mm) para fragmentos de mayor tamaño.

Los datos de incremento de la talla de los fragmentos de coral en guardería, la tasa de crecimiento temporal (estimada como el incremento en milímetros de la talla por mes) y el incremento temporal en el número de ramificaciones en el tiempo, se registraron en gráficas de regresión simple con intervalos de confianza del 95 %, en las cuales se estimó el modelo de mayor ajuste a la curva, y se obtuvo la fórmula que describe el comportamiento de las variables y el coeficiente de determinación (r^2). Estos análisis se realizaron con ayuda del programa Statgraphics Plus 5.1.

Trasplante para el repoblamiento de los arrecifes coralinos

Se realizaron actividades de repoblamiento de los arrecifes con colonias provenientes de la guardería a través de dos métodos: a) trasplante de colonias individuales, y b) en hilera. La selección de los sitios prioritarios para el repoblamiento se realizó por observación submarina (con ayuda de equipo de buceo autónomo), en cercanía de las áreas en las cuales se obtuvieron los fragmentos y en donde aún se observaban algunas colonias vivas de la especie.

Para el trasplante individual fue requerido que las colonias en la guardería fueran cortadas debido a que su tamaño dificultaba su manipulación; de acuerdo a lo anterior se obtuvieron 30 fragmentos de cerca de 20 cm de longitud a partir de las colonias colgadas en las líneas, los cuales fueron marcados con fichas plásticas numeradas que se sujetaron por medio de cables con cobertura plástica; el resto de cada colonia fragmentada se mantuvo en la línea para su recuperación y posterior trasplante en hilera. Los fragmentos para repoblamiento fueron guardados en cajas plásticas con escotaduras para el paso del agua y trasladados subacuáticamente a los sitios designados para el repoblamiento, donde fueron adheridos a sustrato coralino muerto por medio de cemento convencional (Figura 4). Esta actividad se llevó a cabo en agosto de 2012.

El trasplante en hilera consistió en el trasporte subacuático de las líneas horizontales de nylon de la guardería, con 24 colonias cada una, hacia el sitio de repoblamiento. Previo al traslado, en fondo arenoso con restos coralinos se clavaron dos líneas con cuatro varillas metálicas de ½ pulgada y 80 cm de longitud, las cuales se enterraron hasta la mitad y a intervalos de 1 m. Cada línea con corales se sujetó a las cuatro varillas metálicas por medio de alambre recubierto de plástico, y se dejó un espacio de aproximadamente 10 cm. entre las colonias de coral y el sustrato. La actividad de trasplante en hilera se llevó a cabo en el mes de octubre de 2012, debido a que se estimó un tiempo prudente de dos meses para permitir la total

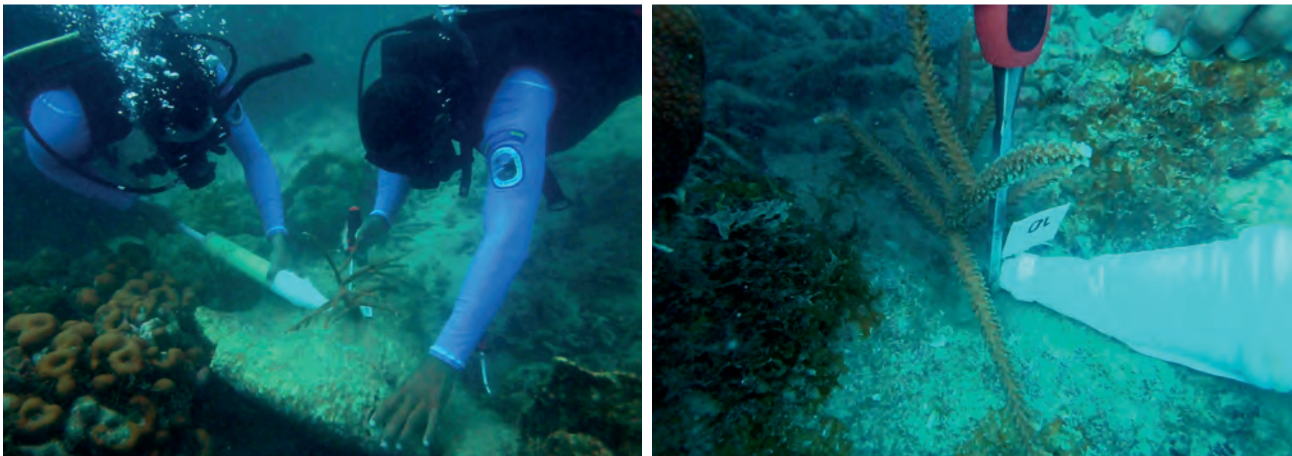


Figura 4. Fijado de colonias individuales a sustrato coralino muerto por medio de cemento. Foto: autores.

recuperación de las colonias fragmentadas para el trasplante individual.

La fragmentación de los corales para el trasplante individual significó un incremento en el número de colonias trasplantadas (78), con relación al número de fragmentos colgados originalmente en la guardería (48), ya que las colonias de las cuales se extrajeron fragmentos para trasplante individual permanecieron en las líneas para su posterior trasplante en hilera.

A todas las colonias de coral trasplantadas al medio natural se les realizó seguimiento a los tres y seis meses, en los cuales se constató la supervivencia, se registró el estado de salud general (presencia de enfermedades, blanqueamiento, depredación y/o fragmentación) y crecimiento; esta última variable se registró únicamente en colonias individuales, ya que en el trasplante en hilera los corales se fusionaron lo que no permitió diferenciar las colonias entre sí, y los extremos inferiores de la totalidad de éstas se han enterrado algunos centímetros en el sustrato, fijándose de esta forma en el fondo e imposibilitando la medida de su longitud total.

Resultados

Fase de guardería

La supervivencia de los fragmentos a la manipulación (corte, marcaje, transporte e instalación) y a las condiciones de crecimiento en guardería después de un año y cinco meses de crecimiento fue del 100 %.

En algunas ocasiones, principalmente en la época de lluvias, se evidenció un sobrecrecimiento de algas filamentosas y algunas especies de bivalvos sobre los fragmentos en la guardería, aunque en un porcentaje muy bajo del tejido vivo (menos del 5 %). Esta afectación fue poco incidente ya que únicamente se evidenció en un solo muestreo (octubre de 2011) y sobre tres fragmentos, los cuales para diciembre del mismo año mostraban una recuperación total del tejido afectado, gracias a la oportuna limpieza y remoción de los epibiontes por parte del grupo de trabajo.

La talla promedio de los fragmentos al momento de su montaje en la guardería fue de 28,31 mm (± 7,22 mm), con una talla máxima de 41,7 mm y un mínimo de 12,6 mm, donde estos pequeños representan fragmentos residuales después del corte. Al final del período de crecimiento, la talla promedio fue de 367,63 mm. (± 92,7 mm), con un máximo de 531 mm y un mínimo de 170 mm. El incremento en longitud de los fragmentos en la guardería fue constante a lo largo del período de muestreo (Figura 5), y se evidenció un comportamiento de tipo exponencial ($P<0,01$; $\alpha=0,01$) y un gran ajuste de los datos a la curva ($r^2 = 0,8379$), lo que demuestra un incremento más pronunciado en la talla de los fragmentos cuando mayor es su tamaño. La ecuación resultante de la relación de estas dos variables es de la forma:

$$\text{Longitud del fragmento} = 30,2169*\exp(0,155467*\text{meses})$$

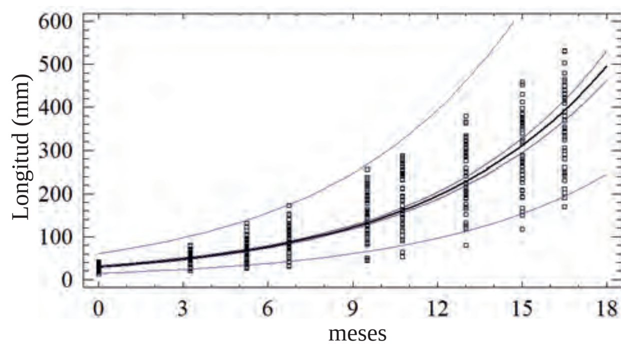


Figura 5. Incremento temporal en el tamaño de los fragmentos de *A. cervicornis* en la guardería durante el tiempo de evaluación (n=48), con intervalos de confianza al 95 %.

El crecimiento mensual promedio de los fragmentos de coral abarcó desde un mínimo de 6,72 (± 3,25) $mm.mes^{-1}$ en el primer muestreo, hasta 30,88 (± 6,3) $mm.mes^{-1}$ en el último. Esta variable, si bien también mostró un incremento constante, se ajustó más a un modelo logarítmico (Figura 6), y aun cuando la relación entre las variables no fue muy alta (r^2 = 0,4737) fue significativa estadísticamente (P<0,01; α=0,01). Lo anterior sugiere que, aunque los fragmentos de mayor tamaño crecen más, la tasa de incremento en el tiempo de los pequeños es mucho mayor, lo que se evidencia en una pendiente más pronunciada al inicio de la curva mientras que al final se tiende a estabilizar, y podría evidenciar una tendencia asintótica en el tiempo en la medida que las colonias se hacen más grandes. La ecuación resultante entre estas dos variables es:

Tasa de crecimiento = -13,6037 + 16,0822*ln(meses)

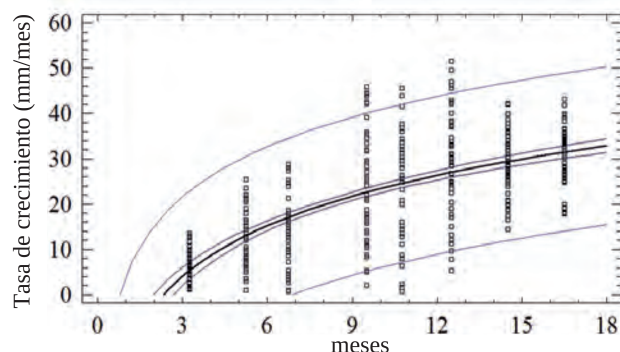


Figura 6. Tasa de crecimiento de los fragmentos de *A. cervicornis* en la guardería durante el tiempo de evaluación (n=48), con intervalos de confianza al 95 %.

Las primeras ramificaciones en los corales se empezaron a registrar a partir del segundo mes en guardería, y al finalizar esta fase se logró contabilizar un mínimo de cinco derivaciones y un máximo de 20 en una sola colonia. El proceso de ramificación de las colonias de coral en la guardería evidenció una magnificación pronunciada a lo largo del desarrollo del proyecto, en la medida que con el paso del tiempo cada nueva rama que se generaba también adquiría la posibilidad de ramificarse a su vez incrementando esta variable de manera exponencial (Figura 7), por lo cual se presentó un mayor ajuste a este modelo (P<0,01; α=0,01), con una relación moderada entre las variables (r^2 = 0,5214). La fórmula resultante fue:

n ramificaciones = 1,0728*exp (0,144027*meses)

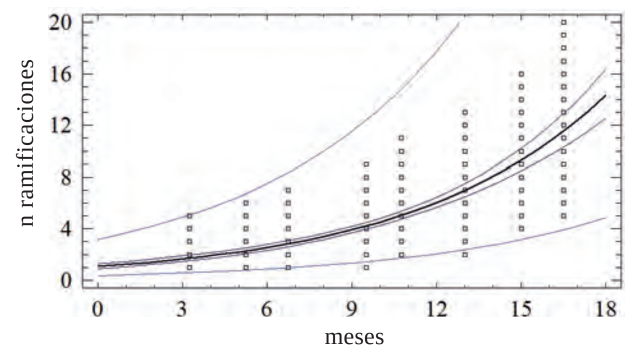


Figura 7. Incremento temporal en el número de ramificaciones en los fragmentos de *A. cervicornis* en la guardería durante el tiempo de evaluación (n=48), con intervalos de confianza al 95 %.

Actividades de repoblamiento

En total se trasplantaron 78 colonias de *Acropora cervicornis*: 30 de manera individual y 48 en hilera, demostrando este último método una mayor facilidad para el desarrollo de la actividad, principalmente en lo relativo a la fijación a sustratos poco consolidados. En la figura 8 se presenta un registro visual de los dos métodos.

Trasplante de colonias individuales

Los sitios en los cuales se realizó el repoblamiento con colonias individuales de *A. cervicornis* se encuentran en cercanías de la ubicación de la guardería de coral, en el borde interno de una depresión cárstica



Figura 8. Corales provenientes de la guardería trasplantados por diferentes métodos: a) colonia individual; b) trasplante en hilera. Foto: autores.

en donde se hallaron los fragmentos de oportunidad con los cuales se empezó el proyecto. Para fines de comparación, se repoblaron dos áreas distintas: una primera zona con presencia de unas pocas colonias vivas de *A. cervicornis*, ubicada al oriente de la posición de la guardería (zona A), y una segunda zona al suroccidente de la guardería con características ecológicas similares (zona B), pero en la cual prácticamente ya no se evidenciaban colonias vivas de esta especie de coral; en el primer sitio se colocaron 13 colonias y en el segundo 17, las cuales presentaron una longitud promedio de 21,8 ± 5,8 cm. al momento del repoblamiento, y entre 4 y 13 ramificaciones por colonia.

A los tres meses del trasplante las colonias presentaron una longitud media de 24,3 ± 7,7 cm., con un porcentaje de supervivencia del 100 % en la zona A y del 94,12 % en la zona B; sin embargo, en la primera se presentó un 7,69 % de colonias con porciones blancas inicialmente atribuidas a enfermedad de la banda blanca, y 30,77 % fragmentadas, mientras que en la segunda se registró un 41,18 % de coral con evidencias de depredación por gusanos de fuego o, presumiblemente en algunos casos, con enfermedad de la banda blanca.

El segundo monitoreo (a los seis meses del trasplante) mostró una longitud media en las colonias de coral de 29,61± 9,39 cm, con un incremento medio de 5,31 cm. a partir del último muestreo. El porcentaje de supervivencia en la zona A fue del 92,31 % y del 82,35 % en la zona B, y se constató el buen estado de salud de las colonias ya que ninguna mostró evidencias de enfermedad de la banda blanca ni otro tipo de afectaciones.

Por su parte, con referencia a las colonias que se habían reportado con alguna afectación (enfermedad, depredación o fragmentación), se registró una recuperación del 83,33 % de las colonias en la zona A (se recuperaron tres colonias fragmentadas, una con evidencias de depredación en la base y una enferma) y del 42,86 % en la zona B, en donde se había evidenciado mayor incidencia de lo que se asumió en su momento que era enfermedad de la banda blanca.

Trasplante de colonias en hilera

La longitud promedio de los corales en las hileras fue de 43,2 ± 12,5 cm. (n=48), y presentaron una supervivencia del 100 % a la experiencia de trasplante; el registro de mortalidad por colonias individuales en los muestreos posteriores se dificultó dada la imposibilidad para discriminar el ámbito espacial de cada colonia, pero se ha registrado mortalidad parcial ocasionada por depredación por gusanos de fuego y, aparentemente, advenimiento de enfermedad de la banda blanca aunque en una baja magnitud y con alta recuperación.

Es pertinente aclarar que inicialmente se registró como enfermedad de la banda blanca a cualquier blanqueamiento pronunciado que presentara un borde muy definido, que se atribuía al avance de este padecimiento, pero en salidas de campo se ha logrado constatar que muchas de estas afectaciones se deben a depredación por gusanos de fuego (*Hermodice carunculata*). En el tiempo de estudio se encontraron numerosos ejemplares pequeños de esta especie alimentándose en la base de las colonias, mientras que los adultos se observaron tanto en la base como en los ápices de las colonias engullendo completamente los extremos de *A. cervicornis* para digerir internamente los pólipos del coral (Figura 9), dejando al final unas características puntas blancas. Esta situación permitió reconsiderar el efecto de mortalidad parcial evidenciado tanto en colonias individuales como en las hileras, que se asumía ocasionado por una enfermedad y que probablemente se debía a depredación.

El muestreo a los tres meses mostró alta fusión entre las distintas colonias en las hileras, sobrecrecimiento de los corales sobre la cuerda, colonización de algunos extremos de las varillas por parte del coral y fijación al fondo por medio del enterramiento de las puntas inferiores de las colonias en el sustrato. A los seis meses se logró constatar la supervivencia de las colonias trasplantadas a los efectos de un mar de leva que ocasionó volcamiento de colonias masivas y fragmentación de corales ramificados en cercanías al sitio de trasplante de *A. cervicornis*, lo que demostró una gran facilidad de este método de trasplante para la fijación de las colonias a sustratos poco consolidados (arena y cascajo).

Discusión

La selección de la guardería colgante o "tendedero" implementada en el presente ensayo se considera bastante acertada para el desarrollo de proyectos piloto, ya que aunada a su facilidad en montaje y mantenimiento, se registró un elevado porcentaje de supervivencia y una alta tasa de crecimiento, lo cual también ha sido reportado por distintos autores para *Acropora cervicornis* y otras especies de coral (Johnson *et al.* 2011, Griffin *et al.* 2012).

En la literatura no ha sido posible encontrar referencias de crecimiento de *A. cervicornis* en guarderías, a fin de comparar con relación a las medidas registradas en la presente investigación; no obstante, las tasas de crecimiento de esta especie en la guardería exceden notablemente a aquellas reportadas

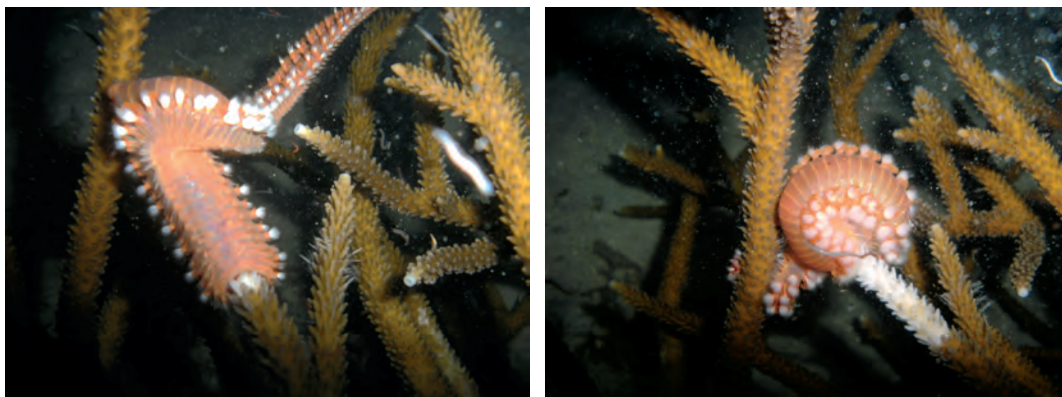


Figura 9. Depredación de *Acropora cervicornis* por parte del gusano de fuego (*Hermodice carunculata*). Foto: autores.

por Gladfelter *et al.* (1978) y Gladfelter (1984) para colonias adultas de esta especie desarrollándose en el medio natural en otras localidades del Caribe (7,1 y 10-15 cm.año^{-1}, respectivamente), así como aquellas obtenidas en el PNN Corales del Rosario y de San Bernardo por Sanjuan-Muñoz (1995) y Molina y Galvis (2006), quienes obtuvieron valores de 7 y 0,61 ± 0,04 cm.año^{-1}, respectivamente. El mayor crecimiento evidenciado en la guardería puede estar relacionado con la realización programada de actividades de mantenimiento para evitar la acumulación de sedimento, la competencia con algas y el sobrecrecimiento de epibiontes, entre otros, lo cual demuestra que fragmentos de esta especie pueden alcanzar altas tasas de crecimiento a través de la remoción periódica de algunas de las fuentes de presión que se presentan en el medio natural.

La supervivencia de los fragmentos del coral *A. cervicornis* en guardería durante este trabajo fue muy alta (100 %) comparado con otras experiencias en el Caribe (Johnson *et al.* 2011, Griffin *et al.* 2012, Young *et al.* 2012), resultado esperado en una experiencia a tan baja escala, y más si se tiene en cuenta que la metodología de guarderías colgantes (o tendederos) presenta una mayor supervivencia de los corales en comparación con métodos de fondo, como los moldes sobre bloques de cemento o mallas metálicas fijas, ya que aísla considerablemente a los fragmentos del sustrato marino disminuyendo la posibilidad de depredación por organismos bentónicos como caracoles o gusanos de fuego (Young *et al.* 2012).

Otras ventajas comparativas de la guardería colgante con referencia a métodos de fondo, es que en estos últimos se presenta una mayor mortalidad del coral durante los primeros meses después de su fragmentación aún en ausencia de disturbios mayores, la cual generalmente se encuentra asociada a la fijación del coral al sustrato y a su crecimiento inicial (Clark y Edwards 1995, Bowden-Kerby 2008). Igualmente, la fijación de los fragmentos a distintos sustratos para el montaje en las guarderías representa una mortalidad significativa de tejido coralino vivo que retrasa el crecimiento, principalmente en fragmentos pequeños (Herlan y Lirman 2008). En este sentido, la gran ventaja que presenta el mecanismo colgante es que el fragmento de coral se encuentra suspendido por medio de un alambre delgado, por lo que su área de incidencia sobre tejido vivo es mínima, con poca competencia con otros organismos, presenta grandes facilidades de mantenimiento y al cabo de un período menor a un mes en guardería se encuentra totalmente recubierto por tejido coralino vivo.

Por su parte, el mecanismo de colgado del coral en guarderías tipo tendedero ofrece un mayor rendimiento, ya que los fragmentos presentan dos extremos de crecimiento; acorde a lo anterior, Herlan y Lirman (2008) reportan un mayor incremento en la talla de los corales cuando fueron adheridos a las placas en posición horizontal que verticalmente, aunque sostienen que estas diferencias fueron leves y que el tamaño inicial de los fragmentos es una variable mucho más determinante en el crecimiento coralino en las guarderías. En este sentido, se ha reportado que el crecimiento de los fragmentos en guardería depende de la longitud inicial de los mismos, por lo que algunos autores recomiendan utilizar fragmentos relativamente grandes de cerca de 50 mm de longitud (Bowden-Kerby 2008, Griffin *et al.* 2012).

Uno de los inconvenientes que enfrentan los investigadores en este tipo de trabajos es que el registro de datos de crecimiento se hace más complicado en la medida que los corales crecen y se ramifican más (Herlan y Lirman 2008), por lo cual es difícil encontrar en la literatura una forma estandarizada y de fácil aplicación para el registro de estos datos, situación que dificultó encontrar información en la literatura que fuera comparativa con aquella generada en el presente estudio. A pesar de lo anterior, y reconociendo que la medida de longitud registrada subestima el crecimiento de los corales al no contemplar las ramificaciones ni el grosor del coral, se considera que las colonias alcanzaron tamaños medios elevados (376,63 mm) durante la fase de guardería, con una tasa media de crecimiento mensual (21,31 mm.mes^{-1}) equiparable a aquellas observadas en otros estudios que contemplaron las ramificaciones de las colonias dentro de sus medidas (i.e. 17 mm.mes^{-1} en Herlan y Lirman 2008; y 14 mm.mes^{-1} en Griffin *et al.* 2012). Adicionalmente, el tamaño inicial de los fragmentos en el presente ensayo (28,31 mm en promedio) se encuentra comprendido en el menor rango de tallas evaluado en el estudio de Herlan y Lirman (2008), que

fue el que presentó menores tasas de crecimiento en comparación con fragmentos más grandes (>50 mm). Esta misma tendencia con relación a la talla inicial de montaje de los fragmentos en la guardería se presentó en este estudio, donde se pudo observar que aquellos más grandes (cerca de 40 mm de longitud) crecieron más rápidamente que los fragmentos residuales que se generaron por fraccionamiento accidental de las colonias y que generalmente presentaron una longitud media cercana a 10 mm.

El comportamiento logarítmico en la tasa de crecimiento muestra un mayor incremento relativo en esta variable en los primeros meses después de su montaje y sugiere una tendencia asintótica en el tiempo, lo cual entra a demostrar la importancia de una fase de guardería en un proyecto de repoblamiento con esta especie de coral, en la medida que el crecimiento coralino se incentiva teniendo muchos fragmentos de tallas pequeñas, que se encuentran en una etapa de crecimiento rápido.

Por su parte, en experiencias previas de fragmentación y trasplante de *A. cervicornis* se documentan datos de mortalidad de colonias entre 22 % y 27 % tres meses después de la fragmentación (Quinn y Kojis 2006), mientras que Herlan y Lirman (2008) reportan una mortalidad del 17,3 % después de dos meses del trasplante. En el presente ensayo los resultados fueron muy favorables, si se tiene en cuenta que durante los 17 meses que duró la fase de guardería no se presentó mortalidad de ningún fragmento, y que seis meses después del trasplante la mortalidad en colonias individuales trasplantadas en los arrecifes fue de 13,33 % (valor total incluyendo las dos zonas), mientras que en los trasplantes en hilera todas sobrevivieron. Es probable que la mayor mortalidad observada en las colonias trasplantadas individualmente se deba al mismo procedimiento de corte, ya que Herlan y Lirman (2008) afirman que uno de los factores que induce la mortalidad temprana es el estrés debido a la fragmentación; sin embargo, es de tener en cuenta que los datos de mortalidad se pueden encontrar influenciados por el bajo número de colonias en el presente ensayo, por lo que se espera que la continuación y ampliación de este proyecto en el área protegida muestre nuevos resultados que permitan evaluar más concretamente los distintos métodos de trasplante.

Durante el presente ensayo se pudo evidenciar la gran dificultad para reconocer las causas de una afectación que genera mortalidad parcial en una colonia de *A. cervicornis*, situación que llevó a registrar como enfermedad de la banda blanca efectos que probablemente se derivaron de la depredación por gusanos de fuego u otras causas. En este sentido, Williams y Miller (2005) señalan que las descripciones publicadas sobre esta enfermedad son poco detalladas y altamente variables, y que típicamente se mencionan como "bandas blancas de esqueleto que se presenta en medio de ramas vivas". Esta descripción mantiene la polémica del reconocimiento de la enfermedad en virtud de que en el presente ensayo se documentaron pequeños ejemplares del gusano de fuego depredando espacios entre ramas vivas, y que Williams y Miller (op. cit.) registraron un comportamiento similar por parte del caracol depredador *Coralliophila abbreviata*.

Finalmente, los altos porcentajes de recuperación ante afectaciones posteriores al trasplante muestran la gran resistencia y adaptabilidad que presenta esta especie de coral, ya que un porcentaje alto de las colonias logra reponerse de la mortalidad ocasionada por la depredación u otras causas de deterioro, y se evidencia como en estas especies de coral ramificados la fragmentación no es un limitante al crecimiento sino que comprende una forma exitosa de reproducción asexual y expansión de su ámbito espacial, por lo que la totalidad de las colonias afectadas se recuperan fácilmente y evidencian una continuidad en su crecimiento en un corto lapso de tiempo.

Conclusiones

La técnica de propagación asexual y crecimiento del coral *Acropora cervicornis* en guarderías colgantes brinda resultados muy satisfactorios bajo las condiciones ambientales de isla Tesoro (archipiélago de Nuestra Señora del Rosario). En esta experiencia se lograron alcanzar altas supervivencias y elevadas tasas de crecimiento, lo que en conjunto muestra una gran viabilidad de la técnica para el repoblamiento de los arrecifes coralinos del parque con esta especie y, eventualmente, para desarrollar actividades de restauración con otras especies con las cuales se deben ir adelantando este tipo de ensayos piloto.

Los métodos de trasplante de las colonias de *A. cervicornis* provenientes de la guardería probaron ser muy exitosos, lo cual se fundamenta en la facilidad de trasporte y fijación al sustrato tanto para colonias individuales como en hilera, en sus bajos costos y, principalmente, por los bajos porcentajes de mortalidad que se presentaron después de los distintos procedimientos. No obstante, la actividad de repoblamiento en hilera presentó menores afectaciones sobre los corales, ya que la acción de corte de las colonias originales para el trasplante individual genera, ocasionalmente, el fraccionamiento accidental de las colonias y posibles afectaciones por debilitamiento de la estructura calcárea.

Si bien los resultados muestran unas altas supervivencias en las dos zonas de repoblamiento con colonias individuales (zona A y zona B), es evidente que en la zona A, donde persisten algunas colonias aisladas de *A. cervicornis*, se presentaron menores afectaciones y menor mortalidad, por lo que se recomienda que en futuras jornadas de trasplante se tenga en cuenta la presencia de colonias vivas de esta especie en la zona como un criterio de selección.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Directora Territorial Caribe Luz Elvira Angarita Jiménez, a Rebeca Franke y a los jefes de área protegida que han brindado apoyo a este proyecto: Capitán de Corbeta Mario Cabezas, Capitán de Corbeta Juan José Sierra y Capitán de Corbeta Carlos Andrés Martínez. A Rafael Vieira y Jaime Rojas por toda su contribución dentro del convenio CEINER, y a la Fundación CORECOL (Conservación y Recuperación de Ecosistemas Estratégicos de Colombia), por su apoyo logístico y técnico. A Coral Restoration Foundation y la Fundación Corales Vivos por las capacitaciones.

Bibliografía

Alcalá, A. C., E. D. Gómez y L. C. Alcalá. 1982. Survival and growth of coral transplants in Central Philippines. *Kalikasan* 11 (1): 136-147.

Bowden-Kerby, A. 2008. Restoration of threatened *Acropora cervicornis* corals: intraspecific variation as a factor in mortality, growth, and self-attachment. Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida, 7-11 July 2008. Session number 24: 1194-1198.

Carpenter, K. E., M. Abrar, G. Aeby, R. B. Aronson, S. Banks, A. Bruckner, A. Chiriboga, J. Cortés, J. C. Delbeek, L. DeVantier, G. J. Edgar, A. J. Edwards, D. Fenner, H. M. Guzmán, B. W. Hoeksema, G. Hodgson, O. Johan, W. Y. Licuanan, S. R. Livingstone, E. R. Lovell, J. A. Moore, D. O. Obura, D. Ochavillo, B. A. Polidoro, W. F. Precht, M. C. Quibilan, C. Reboton, Z. T. Richards, A. D. Rogers, J. Sanciangco, A. Sheppard, C. Sheppard, J. Smith, S. Stuart, E. Turak, J. E. N. Veron, C. Wallace, E. Weil y E. Wood. 2008. One-Third of Reef-Building Corals Face Elevated Extinction Risk from Climate Change and Local Impacts. *Science* 321 (5888): 560-563.

Cendales, M., S. Zea y J. Díaz. 2002. Geomorfología y unidades ecológicas del complejo arrecifal de las Islas del Rosario e Isla Barú (Mar Caribe, Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 26 (101): 497-510.

Díaz, J., L. Barrios, M. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Ángel, F. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. Invemar. Serie de Publicaciones Especiales No. 5. 176 pp.

Díaz-Pulido, G., J. Sánchez, S. Zea, J. Díaz y J. Garzón-Ferreira. 2004. Esquemas de distribución espacial en la comunidad bentónica de arrecifes coralinos continentales y oceánicos del Caribe colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 28 (108): 337-347.

Edwards, A. J. (Ed.). 2010. Reef rehabilitation manual. Coral reef targeted research & Capacity building for management program: St Lucia, Australia. 166 pp.

Edwards, A. J. y E. D. Gómez. 2007. Reef restoration concepts and guidelines: making sensible management choices in the face of uncertainty. Coral reef targeted research & Capacity building for management program: St. Lucia, Australia. 38 pp.

Galvis, I. y B. Molina. 2006. Sobrevivencia, crecimiento, salud y reclutamiento de *Acropora palmata* (Lamarck 1816) y *Acropora cervicornis* (Lamarck 1816) en el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) y en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo (PNNCRSB). Trabajo de Grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Biología Marina. Santa Marta, Colombia. 85 pp.

Garzón-Ferreira, J. y J. M. Kielman. 1994. Extensive mortality of corals in the Colombian Caribbean during the last two decades. Proceedings of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reefs. Miami. 8 pp.

Gladfelter, E. H., R. K. Monahan y W. B. Gladfelter. 1978. Growth rates of five reef-building corals in the northeastern Caribbean. *Bulletin of Marine Science* 28 (4): 728-734.

Gladfelter, E. H. 1984. Skeletal development in *Acropora cervicornis* III. A comparison of monthly rates of linear extension and calcium carbonate accretion measured over a year. *Coral Reefs* 3: 51-57.

Griffin, S., H. Spathias, T. D. Moore, I. Baums y B. A. Griffin. 2012. Scaling up *Acropora* nurseries in the Caribbean and improving techniques. Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium, Cairns, Australia, 9-13 July 2012. 20A Restoration of Coral Reefs: 1-5.

Hallock, P. 2005. Global change and modern Coral Reefs: New opportunities to understand shallow-water carbonate depositional processes. *Sedimentary Geology* 175 (1-4): 19-33.

Herlan, J. y D. Lirman. 2008. Development of a coral nursery program for the threatened coral *Acropora cervicornis* in Florida. Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida, 7-11 July 2008. Session number 24: 1244-1247.

Johnson, M. E., D. S. Gillian, M. W. Miller, C. Lustic, L. Larson, K. Nedimyer, E. Bartels, D. Lirman, S. Schopmeyer y I. B. Baums. 2011. Caribbean *Acropora* Restoration Guide: Best Practices for Propagation and Population Enhancement. The Nature Conservancy, Arlington, VA. 54 pp.

Quinn, N. J. y B. L. Kojis. 2006. Evaluating the potential of natural reproduction and artificial techniques to increase *Acropora cervicornis* populations at Discovery Bay, Jamaica. *Revista de Biología Tropical* 54 (3): 105-116.

Sanjuan-Muñoz, A. 1995. Crecimiento, regeneración, sobrevivencia y reproducción del coral *Acropora cervicornis* (Scleractinea: Acroporidae) en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Cartagena Colombia. Trabajo de Grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Cartagena, Colombia. 190 pp.

Wilkinson, C. 2002 (Ed.). Status of Coral Reefs of the World: 2002. Global Coral Reef Monitoring Network – Australian Institute of Marine Sciences. 378 pp.

Williams, D. E. y M. W. Miller. 2005. Coral disease outbreak: pattern, prevalence and transmission in *Acropora cervicornis*. *Marine Ecology Progress Series* 301: 119-128.

Young, C. N., S. A. Schopmeyer y D. Lirman. 2012. A review of reef restoration and coral propagation using the threatened genus *Acropora* in the Caribbean and Western Atlantic. *Bulletin of Marine Science* 88 (4): 1075-1098.

Esteban Zarza
Subprograma de Investigación y Monitoreo
del PNN Corales del Rosario y de San Bernardo
Cartagena de Indias, Colombia
esteban.zarza@gmail.com

Ameth Vargas
Subprograma de Investigación y Monitoreo
del PNN Corales del Rosario y de San Bernardo
Cartagena de Indias, Colombia
diploria@gmail.com

Luis Londoño
Subprograma de Investigación y Monitoreo
del PNN Corales del Rosario y de San Bernardo
Cartagena de Indias, Colombia
luislondonbarr@hotmail.com

Alejandro Pacheco
Subprograma de Investigación y Monitoreo
del PNN Corales del Rosario y de San Bernardo
Cartagena de Indias, Colombia
lucholuisp@hotmail.com

Diego Duque
Subprograma de Investigación y Monitoreo
del PNN Corales del Rosario y de San Bernardo
Cartagena de Indias, Colombia
ditero32@hotmail.com

Ensayo preliminar de crecimiento de fragmentos del coral amenazado *Acropora cervicornis* en una guardería colgante y experiencia piloto de trasplante en el Parque Nacional Natural Corales del Rosarioy de San Bernardo, Caribe colombiano

Cítese como: Zarza, E., A. Vargas, L. Londoño, A. Pacheco y D. Duque. 2014. Ensayo preliminar de crecimiento de fragmentos del coral amenazado *Acropora cervicornis* en una guardería colgante y experiencia piloto de trasplante en el Parque Nacional Natural Corales del Rosarioy de San Bernardo, Caribe colombiano. *Biota Colombiana* 15 (Supl. 2): 102-113.

Recibido: 20 de agosto de 2014
Aprobado: 11 de marzo de 2015

Guía para autores

(www.humboldt.org.co/biota)

Preparación del manuscrito

El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Los trabajos pueden estar escritos en español, inglés o portugués, y se recomienda que no excedan las 40 páginas (párrafo espaciado a 1,5 líneas) incluyendo tablas, figuras y anexos. En casos especiales el editor podrá considerar la publicación de trabajos más extensos, monografías o actas de congresos, talleres o simposios. De particular interés para la revista son las descripciones de especies nuevas para la ciencia, nuevos registros geográficos y listados de la biodiversidad regional.

Para la elaboración de los textos del manuscrito se puede usar cualquier procesador de palabras (preferiblemente Word); los listados (a manera de tabla) deben ser elaborados en una hoja de cálculo (preferiblemente Excel). Para someter un manuscrito es necesario además anexar una carta de intención en la que se indique claramente:

1. Nombre(s) completo(s) del(los) autor(es), y direcciones para envío de correspondencia (es indispensable suministrar una dirección de correo electrónico para comunicación directa).
2. Título completo del manuscrito.
3. Nombres, tamaños y tipos de archivos suministrados.
4. Lista mínimo de tres revisores sugeridos que puedan evaluar el manuscrito, con sus respectivas direcciones electrónicas.

Evaluación del manuscrito

Los manuscritos sometidos serán revisados por pares científicos calificados, cuya respuesta final de evaluación puede ser: a) *aceptado* (en cuyo caso se asume que no existe ningún cambio, omisión o adición al artículo, y que se recomienda su publicación en la forma actualmente presentada); b) *aceptación condicional* (se acepta y recomienda el artículo para su publicación solo si se realizan los cambios indicados por el evaluador); y c) *rechazo* (cuando el evaluador considera que los contenidos o forma de presentación del artículo no se ajustan a los requerimientos y estándares de calidad de *Biota Colombiana*).

Texto

- Para la presentación del manuscrito configure las páginas de la siguiente manera: hoja tamaño carta, márgenes de 2,5 cm en todos los lados, interlineado 1,5 y alineación hacia la izquierda (incluyendo título y bibliografía).
- Todas las páginas de texto (a excepción de la primera correspondiente al título), deben numerarse en la parte inferior derecha de la hoja.
- Use letra Times New Roman o Arial, tamaño 12 puntos en todos los textos. Máximo 40 páginas, incluyendo tablas, figuras y anexos. Para tablas cambie el tamaño de la fuente a 10 puntos. Evite el uso de negritas o subrayados.
- Los manuscritos debe llevar el siguiente orden: título, resumen y palabras clave, abstract y key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones (optativo), agradecimientos (optativo) y bibliografía. Seguidamente, presente una página con la lista de tablas, figuras y anexos. Finalmente, incluya las tablas, figuras y anexos en tablas separadas, debidamente identificadas.
- Escriba los nombres científicos de géneros, especies y subespecies en cursiva (itálica). Proceda de la misma forma con los términos en latín (p. e. *sensu, et al.*). No subraye ninguna otra palabra o título. No utilice notas al pie de página.
- En cuanto a las abreviaturas y sistema métrico decimal, utilice las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) recordando que siempre se debe dejar un espacio libre entre el valor numérico y la unidad de medida (p. e. 16 km, 23 ºC). Para medidas relativas como m/seg., use $m.seg^{-1}$.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- Exprese los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02º37´53´´N-56º28´53´´O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- Resumen: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- Palabras clave: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

Agradecimientos

Opcional. Párrafo sencillo y conciso entre el texto y la bibliografía. Evite títulos como Dr., Lic., TSU, etc.

Fotografías, figuras, tablas y anexos

Refiera las figuras (gráficas, diagramas, ilustraciones y fotografías) sin abreviación (p. e. Figura 3) al igual que las tablas (p. e. Tabla 1). Gráficos (p. e. CPUE anuales) y figuras (histogramas de tallas), preferiblemente en blanco y negro, con tipo y tamaño de letra uniforme. Deben ser nítidas y de buena calidad, evitando complejidades innecesarias (por ejemplo, tridimensionalidad en gráficos de barras); cuando sea posible use solo colores sólidos en lugar de tramas. Las letras, números o símbolos de las figuras deben ser de un tamaño adecuado de manera que sean claramente legibles una vez reducidas. Para el caso de las fotografías y figuras digitales es necesario que estas sean guardadas como formato tiff con una resolución de 300 dpi. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertarla.

Lo mismo aplica para las tablas y anexos, los cuales deben ser simples en su estructura (marcos) y estar unificados. Presente las tablas en archivo aparte (Excel), identificadas con su respectivo número. Haga las llamadas a pie de página de tabla con letras ubicadas como superíndice. Evite tablas grandes sobrecargadas de información y líneas divisorias o presentadas en forma compleja. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertar tablas y anexos.

Bibliografía

Contiene únicamente la lista de las referencias citadas en el texto. Ordénelas alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor. Si hay varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añada las letras a, b, c, etc. No abrevie los nombres de las revistas. Presente las referencias en el formato anexo, incluyendo el uso de espacios, comas, puntos, mayúsculas, etc.

Artículo en revistas

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

Libros, tesis e informes técnicos

Libros: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Tesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Informes técnicos: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Capítulo en libro o en informe: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Resumen en congreso, simposio, talleres: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

Páginas Web

No serán incluidas en la bibliografía, sino que se señalarán claramente en el texto al momento de mencionarlas.

Guidelines for authors

(*www.humboldt.org.co/biota*)

Manuscript preparation

Submitting a manuscript implies the explicit statement by the author(s) that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Papers can be written in Spanish, English or Portuguese and it is recommended not exceeding 40 pages (with paragraphs spaced at 1,5) including tables, figures and Annex. For special cases, the editor could consider publishing more extensive papers, monographs or symposium conclusions. New species descriptions for science, new geographic records and regional biodiversity lists are of particular interest for this journal.

Any word-processor program may be used for the text (Word is recommended). taxonomic list or any other type of table, should be prepared in spreadsheet aplication (Excel is recommended). To submit a manuscript must be accompanied by a cover letter which clearly indicate s:

1. Full names, mailing addresses and e-mail addresses of all authors. (Please note that email addresses are essential to direct communication).
2. The complete title of the article.
3. Names, sizes, and types of files provide.
4. A list of the names and addresses of at least three (3) reviewers who are qualified to evaluate the manuscript.

Evaluation

Submitted manuscript will have a peer review evaluation. Resulting in any of the following: a) *accepted* (in this case we assume that no change, omission or addition to the article is required and it will be published as presented.); b) *conditional acceptance* (the article is accepted and recommended to be published but it needs to be corrected as indicated by the reviewer); and c) *rejected* (when the reviewer considers that the contents and/or form of the paper are not in accordance with requirements of publication standards of *Biota Colombiana*).

Text

- The manuscript specifications should be the following: standard letter size paper, with 2.5 cm margins on all sides, 1.5-spaced and left-aligned (including title and bibliography).
- All text pages (with the exception of the title page) should be numbered. Pages should be numbered in the lower right corner.
- Use Times New Roman or Arial font, size 12, for all texts. Use size 10 text in tables. Avoid the use of bold or underlining. 40 pages maximum, including tables, figures and annex. For tables use size 10 Times New Roman or Arial Font (the one used earlier).
- The manuscripts must be completed with the following order: title, abstract and key words, then in Spanish Título, Resumen y Palabras claves. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, conclusions (optional), acknowledgements (optional) and bibliography. Following include a page with the Table, Figure and Annex list. Finally tables, figures and annex should be presented and clearly identified in separate tables.
- Scientific names of genera, species and subspecies should be written in italic. The same goes for Latin technical terms (i.e sensu, *et al*.). Avoid the use of underlining any word or title. Do not use footnotes.
- As for abbreviations and the metric system, use the standards of the International System of Units (SI) remembering that there should always be a space between the numeric value and the measure unit (e.g., 16 km, 23 ºC). For relative measures such as m/sec, use m.sec^{-1}.
- Write out numbers between one to ten in letters except when it precedes a measure unit (e.g., 9 cm) or if it is used as a marker (e.g., lot 9, sample 7).
- Do not use a point to seperate thousands, millions, etc. Use a comma to separate the whole part of the decimal (e.g., 3,1416). Numerate the hours of the from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the excpetino of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02º37´53´´N-56º28´53´´O. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.
- When quoting references in the text mentioned author´s last names when they are one or two, and et al. after the last name of the first author when there are three or more. If you mention many references, they should be in chronological order and separated by commas (e.g., Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- Abstract: include an abstract of 200 words maximum, in Spanish, Portuguese or English.
- Key words: six key words maximum, complementary to the title.

Pictures, Figures, Tables and Annex

- Figures (graphics, diagrams, illustrations and photographs) without abbreviation (e.g. Figure 3) the same as tables (e.g., Table 1). Graphics and figures should be in black and white, with uniform font type and size. They should be sharp and of good quality, avoiding unnecessary complexities (e.g., three dimensions graphics). When possible use solid color instead of other schemes. The words, numbers or symbols of figures should be of an adequate size so they are readable once reduced. Digital figures must be sent at 300 dpi and in .tiff format. Please indicate in which part of the text you would like to include it.
- The same applies to tables and annexes, which should be simple in structure (frames) and be unified. Present tables in a separate file (Excel), identified with their respective number. Make calls to table footnotes with superscript letters above. Avoid large tables of information overload and fault lines or presented in a complex way. It is appropriate to indicate where in the text to insert tables and annexes.

Bibliography

References in bibliography contains only the list of references cited in the text. Sort them alphabetically by authors and chronologically by the same author. If there are several references by the same author(s) in the same year, add letters a, b, c, etc. Do not abbreviate journal names. Present references in the attached format, including the use of spaces, commas, periodss, capital letters, etc.

Journal article

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

Book, thesis, technical reviews

Book: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 118 pp.

Thesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C. 160 pp.

Technical reviews: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe

Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 80 pp.

Book chapter or in review: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Symposium abstract: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

Web pages

Not be included in the literature, but clearly identified in the text at the time of mention.

Guía para autores - Artículos de Datos

www.humboldt.org.co/biota - biotacol@humboldt.org.co | www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co

El objetivo de esta guía es establecer y explicar los pasos necesarios para la elaboración de un manuscrito con el potencial de convertirse en artículo de datos para ser publicado en la revista *Biota Colombiana*. En esta guía se incluyen aspectos relacionados con la preparación de datos y el manuscrito.

¿Qué es un artículo de datos?

Un artículo de datos o *Data Paper* es un tipo de publicación académica que ha surgido como mecanismo para incentivar la publicación de datos sobre biodiversidad, a la vez que es un medio para generar reconocimiento académico y profesional adecuado a todas las personas que intervienen de una manera u otra en la gestión de información sobre biodiversidad.

Los artículos de datos contienen las secciones básicas de un artículo científico tradicional. Sin embargo, estas se estructuran de acuerdo a un estándar internacional para metadatos (información que le da contexto a los datos) conocido como el *GBIF Metadata Profile* (GMP)[1]. La estructuración del manuscrito con base en este estándar se da, en primer lugar, para facilitar que la comunidad de autores que publican conjuntos de datos a nivel global, con presencia en redes como la *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) y otras redes relacionadas, puedan publicar fácilmente artículos de datos obteniendo el reconocimiento adecuado a su labor. En segundo lugar, para estimular que los autores de este tipo de conjuntos de datos que aún no han publicado en estas redes de información global, tengan los estímulos necesarios para hacerlo.

Un artículo de datos debe describir de la mejor manera posible el quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo de la toma y almacenamiento de los datos, sin llegar a convertirse en el medio para realizar un análisis exhaustivo de los mismos, como sucede en otro tipo de publicaciones académicas. Para profundizar en este modelo de publicación se recomienda consultar a Chavan y Penev (2011)[2].

¿Qué manuscritos pueden llegar a ser artículos de datos?

Manuscritos que describan conjuntos de datos primarios y originales que contengan registros biológicos (captura de datos de la presencia de un(os) organismo(s) en un lugar y tiempo determinados); información asociada a ejemplares de colecciones biológicas; listados temáticos o geográficos de especies; datos genómicos y todos aquellos datos que sean susceptibles de ser estructurados con el estándar *Darwin Core*[3] (DwC). Este estándar es utilizado dentro de la comunidad de autores que publican conjuntos de datos sobre biodiversidad para estructurar los datos y de esta manera poder consolidarlos e integrarlos desde diferentes fuentes a nivel global. No se recomienda someter manuscritos que describan conjuntos de datos secundarios, como por ejemplo compilaciones de registros biológicos desde fuentes secundarias (p.e. literatura o compilaciones de registros ya publicados en redes como GBIF o IABIN).

Preparación de los datos

Como se mencionó anteriormente los datos sometidos dentro de este proceso deben ser estructurados en el estándar DwC. Para facilitar su estructuración, el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia), ha creado dos plantillas en Excel, una para registros biológicos y otra para listas de especies. Lea y siga detenidamente las instrucciones de las plantillas para la estructuración de los datos a publicar. Para cualquier duda sobre el proceso de estructuración de estos datos por favor contactar al equipo coordinador del SiB Colombia (EC-SiB) en sib+iac@humboldt.org.co.

1 Wieczorek, J. 2011. Perfil de Metadatos de GBIF: una guía de referencia rápida. En: Wieczorek, J. The GBIF Integrated Publishing Toolkit User Manual, version 2.0. Traducido y adaptado del inglés por D. Escobar. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, 23p. Disponible en http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos.

2 Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. BMC Bioinformatics 12 (Suppl 15): S2.

3 TDWG. 2011. *Darwin Core:* una guía de referencia rápida. (Versión original producida por TDWG, traducida al idioma español por Escobar, D.; versión 2.0). Bogotá: SiB Colombia, 33 pp. Disponible en http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos

Preparación del manuscrito

Para facilitar la creación y estructuración del manuscrito en el estándar GMP, se cuenta con la ayuda de un editor electrónico (http://ipt.sibcolombia.net/biota) que guiará al autor en dicho proceso y que finalmente generará una primera versión del manuscrito. Se recomienda el uso del manual GMP, como una guía de la información a incluir en cada sección del manuscrito, junto con el anexo 1.

Pasos a seguir para la elaboración del manuscrito:

1 Solicite al correo sib+iac@humboldt.org.co el acceso al editor electrónico. El EC-SiB le asignará un usuario y contraseña.

2. Ingrese con su usuario y contraseña al editor electrónico, luego diríjase a la pestaña *Gestión de recursos* y cree un nuevo recurso asignando un nombre corto a su manuscrito usando el formato "AcrónimoDeLaInstitución_año_tipoDeConjuntoDeDatos", p.e. ABC_2010_avestinije y dar clic en el botón crear.

3. En la vista general del editor seleccione "editar" en la pestaña *Metadatos* (por favor, no manipule ningún otro elemento), allí encontrará diferentes secciones (panel derecho) que lo guiarán en la creación de su manuscrito. Guarde los cambios al finalizar cada sección, de lo contrario perderá la información. Recuerde usar el manual GMP. A continuación se presentan algunas recomendaciones para la construcción del manuscrito. Las secciones se indican en MAYUSCULAS y los elementos de dichas secciones en **negrilla**.

   - En PARTES ASOCIADAS incluya únicamente aquellas personas que no haya incluido en INFORMACIÓN BÁSICA.
   - Los DATOS DEL PROYECTO y DATOS DE LA COLECCIÓN son opcionales según el tipo de datos. En caso de usar dichas secciones amplíe o complemente información ya suministrada, p. ej. no repita información de la **descripción** (COBERTURA GEOGRÁFICA) en la **descripción del área de estudio** (DATOS DEL PROYECTO).
   - De igual manera, en los MÉTODOS DE MUESTREO, debe ampliar o complementar información, no repetirla. La información del **área de estudio** debe dar un contexto específico a la metodología de muestreo.
   - Es indispensable documentar el **control de calidad** en MÉTODOS DE MUESTREO. Acá se debe describir que herramientas o protocolos se utilizaron para garantizar la calidad y coherencia de los datos estructurados con el estándar DwC.
   - Para crear la **referencia del recurso**, en la sección REFERENCIAS, utilice uno de los dos formatos propuestos (Anexo 2). No llene el **identificador de la referencia,** este será suministrado posteriormente por el EC-SiB.
   - Para incluir la bibliografía del manuscrito en **referencias**, ingrese cada una de las citas de manera individual, añadiendo una nueva referencia cada vez haciendo clic en la esquina inferior izquierda.

4. Rectifique que el formato de la información suministrada cumpla con los lineamientos de la revista (p. ej. abreviaturas, unidades, formato de números etc.) en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.

5. Una vez incluida y verificada toda la información en el editor electrónico notifique al EC-SiB al correo electrónico sib+iac@humboldt.org.co, indicando que ha finalizado la edición del manuscrito. Adicionalmente adjunte la plantilla de Excel con los datos estructurados (elimine todas las columnas que no utilizó). El EC-SiB realizará correcciones y recomendaciones finales acerca de la estructuración de los datos y dará las instrucciones finales para que usted proceda a someter el artículo.

Someter el manuscrito

Una vez haya terminado la edición de su manuscrito y recibido las instrucciones por parte del EC-SIB, envíe una carta al correo electrónico biotacol@humboldt.org.co para someter su artículo, siguiendo las instrucciones en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.

Recuerde adjuntar:

- Plantilla de Excel con la última versión de los datos revisada por el EC-SiB.
- Documento de Word con las figuras y tablas seguidas de una lista las mismas.

Cuando finalice el proceso, sus datos se harán públicos y de libre acceso en los portales de datos del SiB Colombia y GBIF. Esto permitirá que sus datos estén disponibles para una audiencia nacional e internacional, manteniendo siempre el crédito para los autores e instituciones asociadas.

Anexo 1. Estructura base de un artículo de datos y su correspondencia con el editor electrónico basado en el GMP.

SECCIÓN/SUBSECCIÓN	CORRESPONDENCIA CON LOS ELEMENTOS DEL EDITOR ELECTRÓNICO
Título	Derivado del elemento **título**.
Autores	Derivado de los elementos **creador del recurso**, **proveedor de los metadatos** y **partes asociadas**.
Afiliaciones	Derivado de los elementos **creador del recurso**, **proveedor de los metadatos** y **partes asociadas**. De estos elementos, la combinación de **organización**, **dirección**, **código postal**, **ciudad**, **país** y **correo electrónico**, constituyen la afiliación.
Autor de contacto	Derivado de los elementos **creador del recurso** y proveedor de los metadatos.
Citación	Para uso de los editores.
Citación dele recurso	Derivada del elemento **referencia del recurso**.
Resumen	Derivado del elemento **resumen**. Máximo 200 palabras.
Palabras clave	Derivadas del elemento **palabras clave**. Máximo seis palabras.
Abstract	Derivado del elemento ***abstract***. Máximo 200 palabras.
Key words	Derivadas del elemento ***key words.*** Máximo seis palabras.
Introducción	Derivado del elemento **propósito** (de las secciones Introducción y Antecedentes). Se sugiere un breve texto para introducir las siguientes secciones. Por ejemplo, historia o contexto de la colección biológica o proyecto en relación con los datos descritos, siempre y cuando no se repita información en las subsecuentes secciones.
Datos del proyecto	Derivada de los elementos de la sección Datos del proyecto: **título**, **nombre**, **apellido**, **rol**, **fuentes de financiación**, **descripción del área de estudio** y **descripción del proyecto**.
Cobertura taxonómica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura taxonómica: **descripción**, **nombre científico**, **nombre común** y **categoría**.
Cobertura geográfica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura geográfica: **descripción**, **latitud mínima**, l**atitud máxima, longitud mínima, longitud máxima**.
Cobertura temporal	Derivada de los elementos de la sección Cobertura temporal: **tipo de cobertura temporal.**
Datos de la colección	Derivada de los elementos de la sección Datos de la colección: **nombre de la colección**, **identificador de la colección**, **identificador de la colección parental**, **método de preservación de los especímenes** y **unidades curatoriales**.
Material y métodos	Derivado de los elementos de la sección Métodos de muestreo: **área de estudio**, **descripción del muestreo**, **control de calidad**, **descripción de la metodología paso a paso**.
Resultados	
Descripción del conjunto de datos	Derivado de los elementos de las secciones Discusión y Agradecimientos, contiene información del formato de los datos y metadatos**: nivel de jerarquía**, **fecha de publicación** y **derechos de propiedad intelectual**.
Discusión	Se deriva del elemento **discusión**. Un texto breve (máximo 500 palabras), que puede hacer referencia a la importancia, relevancia, utilidad o uso que se le ha dado o dará a los datos en publicaciones existentes o en posteriores proyectos.
Agradecimientos	Se deriva del elemento **agradecimientos**.
Bibliografía	Derivado del elemento **bibliografía**.

Anexo 2. Formatos para llenar el elemento referencia del recurso.

La referencia del recurso es aquella que acompañará los datos descritos por el artículo, públicos a través de las redes SiB Colombia y GBIF. Tenga en cuenta que esta referencia puede diferir de la del artículo. Para mayor información sobre este elemento contacte al EC-SiB. Aquí se sugieren dos formatos, sin embargo puede consultar otros formatos establecidos por GBIF[4].

TIPO DE RECURSO	PLANTILLA	EJEMPLO
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de un proyecto de carácter institucional o colectivo con múltiples participantes.	<Institución publicadora/ Grupo de investigación> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>. <Número total de registros>, <aportados por:> <parte asociada 1 (rol), parte asociada 2 (rol) (…)>. <En línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>.	Centro Nacional de Biodiversidad (2013). Vertebrados de la cuenca de la Orinoquia. 1500 registros, aportados por Pérez, S. (Investigador principal, proveedor de contenidos, proveedor de metadatos), M. Sánchez (Procesador), D. Valencia (Custodio, proveedor de metadatos), R. Rodríguez (Procesador), S. Sarmiento (Publicador), V. B. Martínez (Publicador, editor). En línea, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin, publicado el 01/09/2013.
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de una iniciativa personal o de un grupo de investigación definido.	<Parte asociada 1, parte asociada 2 (…)> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>, <Número total de registros>, <en línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>	Valencia, D., R. Rodríguez y V. B. Martínez (2013). Vertebrados de la cuenca del Orinoco. 1500 registros, en línea, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin. Publicado el 01/09/2001.

Guidelines for authors - Data Papers

www.humboldt.org.co/biota - biotacol@humboldt.org.co | www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co

The purpose of this guide is to establish and explain the necessary steps to prepare a manuscript with the potential to become a publishable data paper in Biota Colombiana. This guide includes aspects related to the preparation of both data and the manuscript.

What is a Data Paper?

A data paper is a scholarly publication that has emerged as a mechanism to encourage the publication of biodiversity data as well as an approach to generate appropriate academic and professional recognition to all those involved in in the management of biodiversity information.

A data paper contains the basic sections of a traditional scientific paper. However, these are structured according to an international standard for metadata (information that gives context to the data) known as the *GBIF Metadata Profile* (GMP)[5]. The structuring of the manuscript based on this standard enables the community of authors publishing datasets globally, with presence in networks such as the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) and other related networks, to publish data easily while getting proper recognition for their work and to encourage the authors of this type of data sets that have not yet published in these global information networks to have the necessary incentives to do so.

A data paper should describe in the best possible way the Whom, What, Where, When, Why and How of documenting and recording of data, without becoming the instrument to make a detailed analysis of the data, as happens in other academic publications. To deepen this publishing model, it is recommended to consult Chavan & Penev (2011)[6].

---

[4] GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1

[5] GBIF (2011). GBIF Metadata Profile, Reference Guide, Feb 2011, (contributed by O Tuama, E., Braak, K., Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility,19 pp. Accesible at http://links.gbif.org/gbif_metadata_profile_how-to_en_v1.

[6] Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. BMC Bioinformatics 12 (Suppl 15): S2.

Which manuscripts are suitable for publication as data paper?

Manuscripts that describe datasets containing original primary biological records (data of occurrences in a particular place and time); information associated with specimens of biological collections, thematic or regional inventories of species, genomic data and all data likely to be structured with the standard *Darwin CoreDarwin Core*[7] (DwC). This standard is used in the community of authors publishing biodiversity datasets to structure the data and thus to consolidate and integrate from different sources globally. It is not recommended to submit manuscripts describing secondary datasets, such as biological records compilations from secondary sources (e.g. literature or compilations of records already published in networks such as GBIF or IABIN).

Dataset preparation

As mentioned above data submitted in this process should be structured based on DwC standard. For ease of structuring, the Biodiversity Information System of Colombia (SiB Colombia), created two templates in Excel; one for occurrences and other for species checklist. Carefully read and follow the template instructions for structuring and publishing data. For any questions about the structure process of data please contact the Coordinator Team of SiB Colombia (EC-SiB) at sib+iac@humboldt.org.co

Manuscript preparation

To assist the creation and structuring of the manuscript in the GMP standard, an electronic writing tool is available (http://ipt.sibcolombia.net/biota) to guide the author in the process and ultimately generate a first version of the manuscript. The use of GMP manual as an information guide to include in each section of the manuscript, as well as the annex 1 is recommended.

Steps required for the manuscript preparation:

1 Request access to the electronic writing tool at sib+iac@humboldt.org.co. The EC-SiB will assign a username and password.

2. Login to the electronic writing tool, then go to the tab Manage Resources and create a new resource by assigning a short name for your manuscript and clicking on the Create button. Use the format: "InstitutionAcronym_Year_DatasetFeature", e.g. NMNH_2010_rainforestbirds.

3. In the overview of the writing tool click on edit in Metadata section (please, do not use any other section), once there you will find different sections (right panel) that will guide you creating your manuscript. Save the changes at the end of each section, otherwise you will lose the information. Remember to use the GMP manual. Here are some recommendations for editing the metadata, sections are indicated in CAPS and the elements of these sections in **bold**.
   - In ASSOCIATED PARTIES include only those who are not listed in BASIC INFORMATION.
   - PROJECT DATA and COLLECTION DATA are optional depending on the data type. When using these sections extend or complement information already provided, i.e. do not repeat the same information describing the **description** (GEOGRAPHIC COVERAGE) in the **study area description** (PROJECT DATA).
   - Likewise, in SAMPLING METHODS, you must expand or complete the information, not repeat it. The information in **study extent** should give a specific context of the sampling methodology.
   - It is essential to document the **quality control** in SAMPLING METHODS. Here you should describe what tools or protocols were used to ensure the quality and consistency of data structured with DwC standard.
   - To create the **resource citation** in the CITATIONS section, follow one of the two formats proposed (Annex 2). Do not fill out the **citation identifier,** this will be provided later by the EC-SiB.
   - To include the manuscript bibliography in **citations**, enter each of the citations individually, adding a new citation each time by clicking in the bottom left.

4. Check that the format of the information provided meets the guidelines of the journal (e.g. abbreviations, units, number formatting, etc.) in the *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.

5. Once included and verified all information in the writing tool, notify to EC-SiB at sib+iac@humboldt.org.co, indicating that you have finished editing the manuscript. Additionally attach the Excel template with structured data (remove all columns that were not used). The EC-SiB will perform corrections and final recommendations about the structure of the data and give you the final instructions to submit the paper.

Submit the manuscript

Once you have finished editing your manuscript and getting the instructions from EC-SIB, send a letter submitting your article to email biotacol@humboldt.org.co, following the instructions of *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.

Remember to attach:

- Excel template with the latest version of the data reviewed by the EC-SiB.
- Word document with figures and tables followed by a list of them.

At the end of the process, your information will be public and freely accessible in the data portal of SiB Colombia and GBIF. This will allow your data to be available for national and international audience, while maintaining credit to the authors and partner institutions.

---

[7] Biodiversity Information Standards – TDWG. Accesible at http://rs.tdwg.org/dwc/terms/

Annex 1. Basic structure of a data paper and its mapping to the writing tool elements based on GM.

SECTION/SUB-SECTION HEADING	MAPPING WITH WRITING TOOL ELEMENTS
Title	Derived from the **title** element.
Authors	Derived from the **resource creator**, **metadata provider**, and **associated parties** elements.
Affiliations	Derived from the **resource creator**, **metadata provider** and **associated parties** elements. From these elements combinations of **organization**, **address**, **postal code**, **city**, **country** and **email constitute the affiliation**.
Corresponding author	Derived from the **resource contact**, **metadata provider** elements.
Citation	For editors use.
Resource citation	Derived from the **resource citation** element.
Resumen	Derived from the ***resumen*** element. 200 words max.
Palabras clave	Derived from the ***palabras clave*** element. 6 words max.
Abstract	Derived from the **abstract** element. 200 words max.
Key words	Derived from the **key words** element. 6 words max.
Introduction	Derived from the **purpose** (Introduction and Background section). A short text to introduce the following sections is suggested. For example, history or context of the biological collection or project related with the data described, only if that information is not present in subsequent sections.
Project data	Derived from elements **title**, **personnel first name**, **personnel last name**, **role**, **funding**, **study area description**, and **design description**.
Taxonomic Coverage	Derived from the taxonomic coverage elements: **description**, **scientific name**, **common name** and **rank**.
Geographic Coverage	Derived from the geographic coverage elements: **description**, **west**, **east**, **south, north**.
Temporal Coverage	Derived from the temporal coverage elements: **temporal coverage type**.
Collection data	Derived from the collection data elements: **collection name**, **collection identifier**, **parent collection identifier**, **specimen preservation method** and **curatorial units**.
Materials and methods	Derived from the sampling methods elements: **study extent**, **sampling description**, **quality control** and **step description**.
Resultados	
Descripción del conjunto de datos	Derived from the discussion and acknowledgments, contains information about the format of the data and metadata**: hierarchy level**, **date published** and **ip rights.**
Discussion	Derived from the discussion element. A short text (max 500 words), which can refer to the importance, relevance, usefulness or use that has been given or will give the data in the published literature or in subsequent projects.
Acknowledgments	Derived from the **acknowledgments** element.
Bibliography	Derived from the **citations** element.

Annex 2. Citation style quick guide for "resource reference" section.

The Resource Reference is the one that refer to the dataset described by the paper, publicly available through SiB Colombia and GBIF networks. Note that this reference may differ from the one of the paper. For more information about this element contact EC-SiB.

Here two formats are suggested; however you can consult other formats established by GBIF[8].

TYPE OF RESOURCE	TEMPLATE	EXAMPLE
The paper is the result of a collective or institutional project with multiple participants.	<Institution/Research Group>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>. <Number of total records>, <provided by :> <associated party 1 (role), associated party 2 (role), (…)>. <Online,> <resource URL>, <published on>. <Published on DD/MM/AAAA>.	National Biodiversity (2013). Vertebrates in Orinoco, 1500 records, provided by: Perez, S. (Principal investigator, content provider), M. Sanchez (Processor), D. Valencia (Custodian Steward, metadata provider), R. Rodriguez (Processor), S. Sarmiento (Publisher), VB Martinez (Publisher, Editor). Online, http://ipt.sibcolombia.net/ biota/resource.do?r=verte_orin, published on 01/09/2013.
The paper is the result of a personal initiative or a defined research group.	<associated party 1, associated party 2, (…)>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>, <Number of total records>, <Online,> <resource URL>. <Published on DD/MM/AAAA>.	Valencia, D., R. Rodríguez and V. B. Martínez. (2013). Vertebrate Orinoco Basin, 1500 records, Online, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin, published on 01/09/2001

[8] GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1

Biota Colombiana
Volumen 15 • Suplemento 2 • 2014
Restauración ecológica

Una publicación del /*A publication of:* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
En asocio con /*In collaboration with:*
Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar
Missouri Botanical Garden

TABLA DE CONTENIDO / *TABLE OF CONTENTS*

Presentación / Presentation. *Brigitte L. G. Baptiste B.* 1

Caracterización de invasiones de *Ulex europaeus* L. de diferentes edades como herramienta para la restauración ecológica de bosques altoandinos, Colombia. / Characterization of *Ulex europaeus* L. invasions of different ages, as a tool for ecological restoration of Andean forests, Colombia. *Héctor E. Beltrán-Gutiérrez y José I. Barrera-Cataño* 3

Crecimiento de *Baccharis macrantha* y *Viburnum triphyllum*, dos especies nativas útiles en restauración ecológica, plantadas en un pastizal andino (Boyacá, Colombia) / Growth of *Baccharis macrantha* and *Viburnum triphyllum*, two native species useful for ecological restoration, planted in a pasture Andean (Boyacá, Colombia). *Laura L. Hernández-Pineda, Oscar M. Roa-Casas y Francisco Cortés-Pérez* 27

Gustos, percepciones y conocimiento local de los habitantes rurales de la cuenca media del río La Vieja (cuenca del río Cauca, Colombia), sobre 60 especies nativas de árboles, arbustos y palmas / Preferences, perceptions and local knowledge of rural inhabitants of the middle section of the La Vieja River drainage a tributary of the Cauca River (Colombia), about 60 native species of trees, bushes and palms. *Zoraida Calle-D., Eudaly Giraldo-S., Adriana Giraldo-S., Oscar Tafur y José A. Bolívar* 39

Construcción participativa de estrategias de restauración ecológica en humedales del Magdalena Medio, Colombia: una herramienta para el ordenamiento ambiental territorial / Participative construction of ecological restoration strategies for wetlands of the middle Magdalena River drainage: a tool for environmental land management. *Natasha V. Garzón, Mireya P. Córdoba y Juan C. Gutiérrez* 58

Seed dispersal by bats across four successional stages of a subandean landscape / Dispersión de semillas por murciélagos a través de cuatro estados sucesionales de un paisaje subandino. *Mauricio Aguilar-Garavito, Luis Miguel Renjifo y Jairo Pérez-Torres* 87

Ensayo preliminar de crecimiento de fragmentos del coral amenazado *Acropora cervicornis* en una guardería colgante y experiencia piloto de trasplante en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo, Caribe colombiano / Preliminary trial on the growth of fragments of the endangered coral *Acropora cervicornis* in a hanging nursery and pilot project experience with transplantation to the Corales del Rosario and San Bernardo National Parks in Caribbean Colombia. *Esteban Zarza, Ameth Vargas, Luis Londoño, Alejandro Pacheco y Diego Duque* 102

Aportes a la consolidación de un proceso regional para la conservación de arrecifes coralinos: ensayos para la estandarización de metodologías para el repoblamiento de especies amenazadas del género *Acropora* en tres Parques Nacionales Naturales del Caribe colombiano / Contributions to the consolidation of a regional process for the conservation of coral reefs: trials for the standardization of methodologies for the repopulation of endangered species of the genus *Acropora* in three National Parks in Caribbean Colombia. *Rebeca Franke-Ante, Esteban Zarza, Marcela Cano-Correa, Juan A. Wong Lubo y Elkin Hernández* 114

Ensayo. Revisión y estado del arte de la restauración ecológica de arrecifes coralinos / Review and state of the art for ecological restoration of coral reefs. *Veleria Pizarro, Vanessa Carrillo y Adriana García-Rueda* 132

Guía para autores / Guidelines for authors 150